

## DC PULSED MAG WELDING METHOD AND ITS EQUIPMENT

Publication number: JP11138265

Publication date: 1999-05-25

Inventor: KAMIYAMA TOMOYUKI; DEWA TAKAYUKI;  
YAMAGUCHI KOSAKU

Applicant: DAIHEN CORP

Classification:

- International: B23K9/16; B23K9/00; B23K9/073; B23K9/09;  
B23K9/173; B23K9/23; H02M9/00; B23K9/073;  
B23K9/16; B23K9/00; B23K9/06; B23K9/09;  
B23K9/173; B23K9/23; H02M9/00; B23K9/06; (IPC1-7):  
B23K9/173; B23K9/00; B23K9/073; B23K9/09;  
B23K9/16; B23K9/23; H02M9/00

- European:

Application number: JP19970316182 19971031

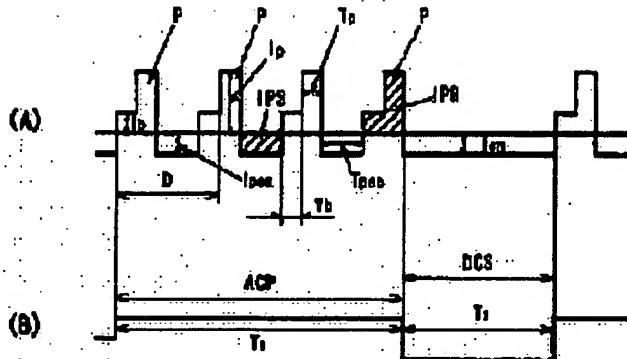
Priority number(s): JP19970316182 19971031

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP11138265

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent generation of spatters by periodically switching a straight polarity DC current having a value producing no burn pack with an AC pulsed current having a value enabling a droplet to be released and thereby changing an arc length.

**SOLUTION:** Welding current is energized in which a DC current and a pulsed current are periodically switched. Welding is performed by supplying, to an inert gas, an oxidizing gas in a range capable of maintaining spray transfer or a shielding gas mixed with oxygen. Then, with a straight polarity DC current DCS set at such a value as no droplet is released, the base current value  $I_b$  of an AC pulsed current ACP, peak current value  $I_p$ , peak current energizing period D, and peak current energizing time  $T_p$  are synchronized with each peak current and set at a value for a droplet to transfer from the tip end of the wire. Then, with the wire fed at a specific speed, the straight polarity DC current allowing no droplet to be released is periodically switched with the AC pulsed current enabling a droplet to be released, thereby changing an arc length and performing spray transfer welding.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide



特開平11-138265

(43) 公開日 平成11年(1999)5月25日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
B 23K 9/173

識別記号

F I  
B 2 3 K 9/173

18

9/00 501C  
9/073 535  
9/09

審査請求 未請求 請求項の数 8 FDI (全 19 頁) 最終頁に統べ

(21) 出願番号 特願平9-316182

(22) 出願日 平成9年(1997)10月31日

(71) 出願人 000000262

株式会社ダイヘン

大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号

(72) 宗明者 上山 智之

大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式会社ダイヘン内

(72) 発明者 出羽 孝行

大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式会社ダイヘン内

(72) 発明者 山口 耕作

大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式会社ダイヘン内

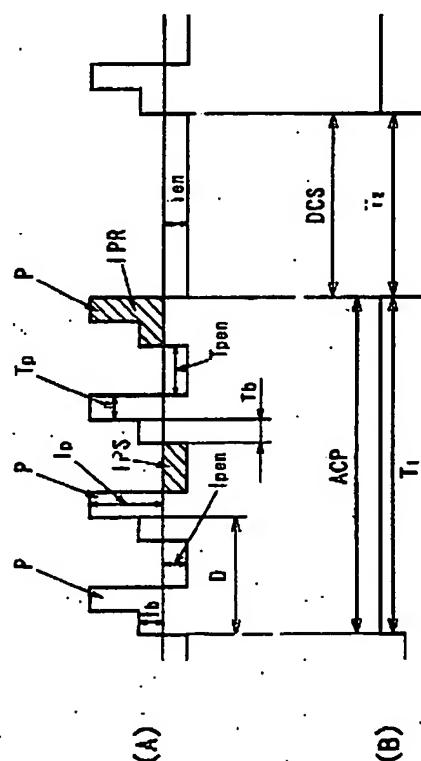
(74) 代理人 弁理士 中井 宏

(54) 【発明の名称】 交流パルスマグ溶接方法及び装置

(57)【要約】

【課題】 従来のパルスマグアーク溶接方法は、シリードガス中の酸化性ガスの混合比を増加させると、溶滴の離脱が困難となり、スプレー移行が得られにくくなるため短絡が生じやすく、スパッタが発生しやすくなる不具合が生じる。又被溶接部材へのアークによる入熱と移行した溶滴の保有熱量による入熱とによって、溶融池が過度な温度上昇を起こして溶融池内の気泡の内圧が上がり爆発現象が生じることがある。

【解決手段】 ワイヤ先端の発熱量が逆極性期間よりも小となる正極性期間を有する交流パルス電流ACPと溶滴の移行回数を交流パルスよりも少なくしアーク長を短くする直流電流DCSとを周期的に繰り返してスプレー移行溶接するガスシールド消耗電極パルスアーク溶接方法及び溶接装置



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被溶接材と消耗電極とに、直流電流とパルス電流とを周期的に切り換えた溶接電流を通電し、不活性ガスにスプレー移行が維持できる範囲の酸化性ガス又は酸素を混合したシールドガスを供給して溶接する交流パルスマグ溶接方法において、消耗電極を予め設定した一定のワイヤ送給速度で送給し、溶滴を離脱させることができない値で且つ給電チップに至るバーンバックが発生しない値の正極性直流電流と溶滴を離脱させることができるものである。

【請求項2】 被溶接材と消耗電極とに、直流電流とパルス電流とを周期的に切り換えた溶接電流を通電し、不活性ガスにスプレー移行が維持できる範囲の酸化性ガス又は酸素を混合したシールドガスを供給して溶接する交流パルスマグ溶接方法において、消耗電極を予め設定した一定のワイヤ送給速度で送給し、正極性直流電流を溶滴が離脱することができない値で且つ給電チップに至るバーンバックが発生しない範囲の電流値に設定しておき、交流パルス電流の逆極性期間中のピーク電流値、ピーク電流通電周期、ピーク電流通電時間及びベース電流値と交流パルス電流の正極性期間中の正極性電流及び正極性電流通電時間とを、正極性直流電流によって形成された溶融球を離脱させ、続いて複数パルス1溶滴移行又は1パルス1溶滴移行となる値に設定して、給電チップ先端と消耗電極先端とのワイヤ突き出し長を周期的に切り換えて通電して、スプレー移行溶接する交流パルスマグ溶接方法。

【請求項3】 請求項1又は2の被溶接材が表面処理金属材又は不純物付着金属材であって、見かけのアーク長を変化させて、溶融池を攪拌することによって気泡を大気に放出させて、プローホールの発生を防止した、スプレー移行溶接する交流パルスマグ溶接方法。

【請求項4】 請求項3の被溶接材が亜鉛メッキ鋼板であって、見かけのアーク長を変化させて、溶融池を攪拌することによって気泡を大気に放出させて、プローホールの発生を防止するとともに、酸化性ガス又は酸素の熱分解によって発生した酸素と亜鉛との酸化亜鉛を形成して亜鉛の昇華を抑制して亜鉛メッキの防錆作用の低下を小にした、スプレー移行溶接する交流パルスマグ溶接方法。

【請求項5】 被溶接材と消耗電極とに、直流電流とパルス電流とを周期的に切り換えた溶接電流を通電し、不活性ガスにスプレー移行が維持できる範囲の酸化性ガス又は酸素を混合したシールドガスを供給して溶接する交流パルスマグ溶接方法において、消耗電極を予め設定した一定のワイヤ送給速度で送給するワイヤ送給制御回路と、正極性電流を設定する正極性電流設定信号及び正極

性電流通電時間を設定する正極性電流通電時間設定信号から定まる正極性パルス電流とピーク電流を設定するピーク電流設定信号及びピーク電流通電時間を設定するピーク電流幅設定信号及びベース電流を設定するベース電流設定信号から定まる逆極性パルス電流とを繰り返すピーク電流通電周期を制御するパルス周波数制御信号を出力するパルス周波数制御回路と、正極性直流電流通電期間と交流パルス電流通電期間とを切り換える通電期間切換信号を出力する通電期間切換信号発生回路と、正極性パルス電流と逆極性パルス電流とをパルス周波数制御信号で定まる周波数で繰り返す交流パルス電流と正極性直流電流設定信号で定まる正極性電流とを通電期間切換信号によって周期的に切り換える直流電流・交流パルス切換回路とから成るスプレー移行用交流パルスマグ溶接装置。

【請求項6】 被溶接材と消耗電極とに、直流電流とパルス電流とを周期的に切り換えた溶接電流を通電し、不活性ガスにスプレー移行が維持できる範囲の酸化性ガス又は酸素を混合したシールドガスを供給して溶接する交流パルスマグ溶接方法において、消耗電極を予め設定した一定のワイヤ送給速度で送給するワイヤ送給制御回路と、正極性電流を設定する正極性電流設定信号及び正極性電流通電時間を設定する正極性電流通電時間設定信号から定まる正極性パルス電流とピーク電流を設定するピーク電流設定信号及びピーク電流通電時間を制御するピーク電流幅制御信号及びベース電流を設定するベース電流設定信号から定まる逆極性パルス電流とを繰り返すピーク電流通電周期を設定してパルス周波数設定信号を出力するパルス周波数設定回路と、正極性直流電流通電期間と交流パルス電流通電期間とを切り換える通電期間切換信号を出力する通電期間切換信号発生回路と、正極性パルス電流と逆極性パルス電流とをパルス周波数設定信号で設定した周波数で繰り返す交流パルス電流と正極性直流電流設定信号で定まる正極性直流電流とを通電期間切換信号によって周期的に切り換える直流電流・交流パルス切換回路とから成るスプレー移行用交流パルスマグ溶接装置。

【請求項7】 被溶接材と消耗電極とに、直流電流とパルス電流とを周期的に切り換えた溶接電流を通電し、不活性ガスにスプレー移行が維持できる範囲の酸化性ガス又は酸素を混合したシールドガスを供給して溶接する交流パルスマグ溶接方法において、消耗電極を予め設定した一定のワイヤ送給速度で送給するワイヤ送給制御回路と、アーク電圧を設定するアーク電圧設定信号を出力するアーク電圧設定回路と、アーク電圧設定信号とアーク電圧検出信号とを入力してその差のアーク電圧制御信号を出力するアーク電圧比較回路と、ピーク電流通電時間を設定してピーク電流幅設定信号を出力するピーク電流幅設定回路と、正極性電流通電時間を設定する正極性電流通電時間設定信号を出力する正極性電流通電時間設定

回路と、正極性電流を設定する正極性電流設定信号を出力する正極性電流設定回路と、ベース電流を設定するベース電流設定信号を出力するベース電流設定回路と、ピーク電流を設定するピーク電流設定信号を出力するピーク電流設定回路と、アーク電圧制御信号に対応して、正極性電流設定信号及び正極性電流通電時間設定信号から定まる正極性パルス電流とピーク電流設定信号及びベース電流設定信号から定まる逆極性パルス電流とを繰り返すピーク電流通電周期を制御するパルス周波数制御信号を出力するパルス周波数制御回路と、正極性直流電流通電期間と交流パルス電流通電期間とを切り換える通電期間切換信号を出力する通電期間切換信号発生回路と、正極性パルス電流と逆極性パルス電流とをパルス周波数制御信号で定まる周波数で繰り返す交流パルス電流と正極性直流電流設定信号で定まる正極性直流電流とを通電期間切換信号によって周期的に切り換える直流電流・交流パルス切換回路とから成るスプレー移行用交流パルスマグ溶接装置。

【請求項8】被溶接材と消耗電極とに、直流電流とパルス電流とを周期的に切り換えた溶接電流を通電し、不活性ガスにスプレー移行が維持できる範囲の酸化性ガス又は酸素を混合したシールドガスを供給して溶接する交流パルスマグ溶接方法において、消耗電極を予め設定した一定のワイヤ送給速度で送給するワイヤ送給制御回路と、アーク電圧を設定するアーク電圧設定信号を出力するアーク電圧設定回路と、アーク電圧設定信号とアーク電圧検出信号とを入力してその差のアーク電圧制御信号を出力するアーク電圧比較回路と、アーク電圧制御信号に対応して、ピーク電流通電時間を制御するピーク電流幅制御信号を出力するピーク電流幅制御回路と、正極性電流を設定する正極性電流設定信号を出力する正極性電流設定回路と、ベース電流を設定するベース電流設定信号を出力するベース電流設定回路と、ピーク電流を設定するピーク電流設定信号を出力するピーク電流設定回路と、正極性電流を設定する正極性電流設定信号及び正極性電流通電時間を設定する正極性電流通電時間設定信号から定まる正極性パルス電流とピーク電流を設定するピーク電流設定信号及びピーク電流幅制御信号及びベース電流を設定するベース電流設定信号から定まる逆極性パルス電流とを繰り返すピーク電流通電周期を設定してパルス周波数設定信号を出力するパルス周波数設定回路と、正極性直流電流通電期間と交流パルス電流通電期間とを切り換える通電期間切換信号を出力する通電期間切換信号発生回路と、正極性パルス電流と逆極性パルス電流とをパルス周波数設定信号で設定した周波数で繰り返す交流パルス電流と正極性直流電流設定信号で定まる正極性直流電流とを通電期間切換信号によって周期的に切り換える直流電流・交流パルス切換回路とから成るスプレー移行用交流パルスマグ溶接装置。

【発明の詳細な説明】

### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被溶接材と消耗電極（以下、ワイヤという）とに、直流電流とパルス電流とを周期的に切り換えた交流パルス電流を通電し、不活性ガスにスプレー移行が維持できる範囲の酸化性ガス又は酸素を混合したシールドガスを供給して溶接する消耗電極交流パルスアーク溶接方法に関するものである。

### 【0002】

【従来の技術】亜鉛メッキ鋼板やアルミメッキ鋼板に代表される表面処理鋼板は、自動車部品をはじめとして耐食性を要求される薄板の分野においても採用が拡大される傾向にあり、溶接への適用も近年増加している。一般にこれらの鋼板の溶接は、自動化が容易で、生産性の向上が期待できる消耗電極式ガスシールドアーク溶接法を広く用いている。

【0004】図1は、従来の交流パルスマグアーク溶接方法により溶融部にプローホールが発生した状態を示す図である。図2は、従来の交流パルスマグアーク溶接方法により溶融部が爆発現象を起こしたときの状態を示す図である。表面処理鋼板の溶接では、例えば、亜鉛メッキ鋼板の溶接のように表面にメッキされている亜鉛の沸点が906[℃]で低いために溶接時の熱によって溶融した亜鉛が簡単に気化し、溶融池の中で気泡となって図1に示すようなプローホールが形成されやすく又、図2に示すような溶融池中の気泡の内圧が上昇して溶融池の爆発現象を生じ溶け落ち、穴あき等の現象が生じる。又、亜鉛が蒸発してアーク雰囲気を乱すためにアークが不安定となり、短絡が生じてスパッタが発生する。

【0006】（従来技術1）従来技術1は、特開平2-37975に開示されたアーク溶接方法であって、亜鉛メッキ鋼板に対してアーク溶接を行う際に、アークを炭酸ガスと酸素ガスとを含むシールドガスにより大気から遮断することを特徴とするものである。この方法によりアーク溶接を行うと、シールドガス中に炭酸ガスと酸素ガスとが存在するため、炭酸ガスも分解して酸素を発生し、シールドガスは酸化性ガスとしての特性が大になる。酸化性ガスの特性が強まると、酸素濃度が高まるために、溶接時に900[℃]を超えた範囲においてもメッキ層中の亜鉛成分が酸化されてZnO（昇華点が約1720℃）となる。ZnOの昇華点は1720[℃]で亜鉛よりも高いので、亜鉛の蒸発が抑えられプローホールの発生を防止することができる。

【0008】（従来技術2）従来技術2は、特開平6-285643に開示されたアーク溶接方法であって、シールドガスとして、アルゴンガス又はアルゴンガスに炭酸ガスを25%以下の割合で混合したガスを用いて電流波形のパターン又はワイヤ送給速度によって平均実効電流を10[Hz]乃至50[Hz]の周波数で変動させ、これによるアーク力の変動を利用して溶融池を振動させ、気泡を溶融池から外部に放出させることによって

プローホールの発生を防止しようとする技術である。図3は、本発明者等が出願した従来技術（特開平4-33368）の第1パルス電流群と第2パルス電流群とを周期的に切り換えたパルスマグ溶接方法を実施する溶接電流波形を示す図である。図3を用いて従来技術2を具体的に説明する。図3に示すように、消耗電極を一定のワイヤ送給速度で送給し、第1パルス電流群PC1のピーク電流値Ip1、ピーク電流通電周期D1、ピーク電流通電時間Tp1及びベース電流値Ib1の4つのパルス条件を、1パルス1溶滴移行又は複数パルス1溶滴移行する値に設定しておき、第2パルス電流群PC2のピーク電流値Ip2、ピーク電流通電周期D2、ピーク電流通電時間Tp2及びベース電流値Ib2の4つのパルス条件の1つ以上を、1パルス1溶滴移行又は1パルス複数溶滴移行する範囲に切り換えて、ワイヤ突き出し長を変化させ、アーク長を周期的に切換えて溶接し、溶接中にワイヤ送給速度と溶融速度とがアンバランスになってアーク長が変動したときに、このアーク長の変動を検出して、4つのパルス条件のいずれか1つ以上を増減させてアーク長を復帰させることによって、プローホールの発生を防止するものである。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】（従来技術1に対する課題）従来技術1の溶接方法は、亜鉛メッキ鋼板に対してアーク溶接を行う際に、炭酸ガスと酸素ガスとを含むシールドガスによって酸化性ガスとしての特性が大になる。酸化性ガスの特性が強まると、酸素濃度が高まるために、溶接時に900[℃]を超えた範囲においてもメッキ層中の亜鉛成分が酸化されてZnO（昇華点が約1720[℃]）となる。ZnOの昇華点は1720[℃]で亜鉛よりも高いので亜鉛の蒸発が抑えられプローホールの発生を防止することができる。

【0012】従来技術1の方法では、プローホールの発生数を減少させることができる。しかし、シールドガスの酸化性ガス混合比を機械的性質を劣化させる限度となる値までさらに増大してもプローホールを皆無にすることはできない。又、シールドガス中の酸化性ガスの混合比を増加させると、溶滴の離脱が困難となり、スプレー移行が得られにくくなるため短絡が生じやすく、スパッタが発生しやすくなる不具合が生じる。

【0014】（従来技術2に対する課題）従来技術2の溶接方法は、例えば、図3に示すように第1パルス電流群PC1及び第2パルス電流群PC2の各ピーク電流に同期して溶滴移行をさせながらアーク力を10[Hz]乃至50[Hz]の周波数で変化させ、この変化によるアーク力の変動を利用して溶融池を振動させ、溶融池から外部へ気泡の放出を促進させることによってプローホールの発生を防止させることができる。

【0016】しかし、従来技術2の方法では、第1パルス電流群PC1及び第2パルス電流群PC2は、いずれ

も溶滴移行させるので、被溶接部材へのアークによる入熱と移行した溶滴の保有熱量による入熱とによって、溶融池が過度な温度上昇を起こして溶融池内の気泡の内圧が上がり爆発現象が生じることがある。又、母材へ投入される入熱のためにこの溶融池の過大な温度上昇によって溶接維手近傍の亜鉛までも蒸発するために、耐食性が低下する問題がある。

【0018】以上の従来技術の課題を基に、本発明が必要とする要件は次の通りである。

（1）スパッタの発生を防止するために、短絡移行をさせないで、不活性ガスにスプレー移行が維持できる範囲の酸化性ガス又は酸素を混合したシールドガスを供給し、溶接電流を小にしてもアークの安定性を維持することができるパルスマグ溶接をする。

（2）板厚が薄い被溶接材であっても溶け落ちが生じないようにし、さらに、溶融池の過度な温度上昇を防止するためには、被溶接材に加わる入熱を少なくする。この被溶接材に加わる入熱を少なくするために、ワイヤ先端の発熱量が逆極性期間よりも小となる正極性期間を有する交流パルス電流を使用する。

（3）プローホールの原因となる気泡を、溶融池を攪拌することによって、溶融池から外部へ積極的に放出させるために、溶滴の移行回数を小にしてアーク長を小にする期間と、溶滴の移行回数を大にしてアーク長を大にする期間とを周期的に変化させる。

なお、上記（1）の不活性ガスとしては、アルゴンガス、ヘリウムガス、アルゴンとヘリウムとの混合ガス等があり、酸化性ガスとしては、炭酸ガス、酸素ガス、炭酸ガスと酸素ガスとの混合ガス等がある。その代表的なガスとしてアルゴンに炭酸ガスを混合したシールドガスが一般的である。アルゴンガスに混合するシールドガスは、アークの集中を少なくするために炭酸ガスは多い程良いが、他方、スプレー移行が維持できる範囲内にするためには上限値がある。この上限値は溶接電流値、ワイヤの直径、ワイヤの成分その他の溶接状態によって異なるが、通常25%位が限度である。市販の混合ガスは、アルゴンガス80%で炭酸ガス20%である。

【0020】本発明が必要とする要件を満たすために、ワイヤ先端の発熱量が逆極性期間よりも小となる正極性期間を有する交流パルス電流ACPと溶滴の移行回数を交流パルスよりも少なくしアーク長を短くする直流電流DCとを周期的に繰り返してスプレー移行溶接するガスシールド消耗電極パルスマグ溶接方法及び溶接装置を提供する。

#### 【0022】

【課題を解決するための手段】本発明の不活性ガスにスプレー移行が維持できる範囲の酸化性ガス又は酸素を混合したシールドガスを供給して溶接する交流パルス溶接方法及び溶接装置は、従来技術のいずれの問題点をも解決して、図6に示すように、ワイヤ先端の発熱量を逆極

性期間よりも小にする正極性期間を有する交流パルス電流ACPと溶滴の移行回数を交流パルスよりも少なくしアーカ長を短くする直流電流DCSとを周期的に繰り返してスプレー移行溶接する交流パルスマグ溶接方法及び装置である。

【0024】請求項1に記載の溶接方法は、被溶接材と消耗電極とに、直流電流とパルス電流とを周期的に切り換えた溶接電流を通電し、不活性ガスにスプレー移行が維持できる範囲の酸化性ガス又は酸素を混合したシールドガスを供給して溶接する交流パルスマグ溶接方法において、消耗電極を予め設定した一定のワイヤ送給速度で送給し、溶滴を離脱させることができない値で且つ給電チップに至るバーンバックが発生しない値の正極性直流電流DCSと溶滴を離脱させることができる値の交流パルス電流ACPとを周期的に切り換えてアーカ長を変化させ、スプレー移行溶接する交流パルスマグ溶接方法である。

【0026】請求項2に記載の溶接方法は、被溶接材と消耗電極とに、直流電流とパルス電流とを周期的に切り換えた溶接電流を通電し、不活性ガスにスプレー移行が維持できる範囲の酸化性ガス又は酸素を混合したシールドガスを供給して溶接する交流パルスマグ溶接方法において、消耗電極を予め設定した一定のワイヤ送給速度で送給し、正極性直流電流DCSを溶滴が離脱することができない値で且つ給電チップに至るバーンバックが発生しない範囲の電流値Ienに設定しておき、交流パルス電流ACPの逆極性期間(D-Ten)中のピーク電流値Ip、ピーク電流通電周期D、ピーク電流通電時間Tp及びベース電流値Ibと交流パルス電流の正極性期間中の正極性電流Ipen及び正極性電流通電時間Tpenとを、正極性直流電流DCSによって形成された溶融球を離脱させ、繰り返して複数パルス1溶滴移行又は1パルス1溶滴移行となる値に設定して、給電チップ先端4aと消耗電極先端1a及び1bとのワイヤ突き出し長Ln及びLmを変化させて、消耗電極先端と被溶接材表面とのアーカ長Lr及びLtを周期的に切り換えて通電して、スプレー移行溶接する交流パルスマグ溶接方法である。

【0028】請求項3に記載の溶接装置は、請求項1又は2の被溶接材が表面処理金属材又は不純物付着金属材であって、見かけのアーカ長を変化させて、溶融池を攪拌することによって気泡を大気に放出させて、プローホールの発生を防止した、スプレー移行溶接する交流パルスマグ溶接方法である。

【0030】請求項4に記載の溶接装置は、請求項3の被溶接材が亜鉛メッキ鋼板であって、見かけのアーカ長を変化させて、溶融池を攪拌することによって気泡を大気に放出させて、プローホールの発生を防止するとともに、酸化性ガス又は酸素の熱分解によって発生した酸素と亜鉛との酸化亜鉛を形成して亜鉛の昇華を抑制して亜鉛メッキの防錆作用の低下を小にした、スプレー移行溶

接する交流パルスマグ溶接方法である。

【0032】請求項5に記載の溶接装置は、被溶接材と消耗電極とに、直流電流とパルス電流とを周期的に切り換えた溶接電流を通電し、不活性ガスにスプレー移行が維持できる範囲の酸化性ガス又は酸素を混合したシールドガスを供給して溶接する交流パルスマグ溶接方法において、後述する図16に示すように、消耗電極を予め設定した一定のワイヤ送給速度で送給するワイヤ送給制御回路WCと、正極性電流を設定する正極性電流通電時間設定信号Ipen及び正極性電流通電時間を設定する正極性電流通電時間設定信号Tpから定まる正極性パルス電流IPsとピーク電流を設定するピーク電流設定信号Ip及びピーク電流通電時間を設定するピーク電流幅設定信号Tp及びベース電流を設定するベース電流設定信号Ibから定まる逆極性パルス電流IPRとを繰り返すピーク電流通電周期Dを制御するパルス周波数制御信号Vfを出力するパルス周波数制御回路VFと、正極性直流電流通電期間T2と交流パルス電流通電期間T1とを切り換える通電期間切換信号H1を出力する通電期間切換信号発生回路HLと、正極性パルス電流IPsと逆極性パルス電流IPRとをパルス周波数制御信号Vfで定まる周波数で繰り返す交流パルス電流ACPと正極性直流電流設定信号Ienで定まる正極性電流DCSとを通電期間切換信号H1によって周期的に切り換える直流電流・交流パルス切換回路SW3とから成るスプレー移行用交流パルスマグ溶接装置である。

【0034】請求項6に記載の溶接装置は、被溶接材と消耗電極とに、直流電流とパルス電流とを周期的に切り換えた溶接電流を通電し、不活性ガスにスプレー移行が維持できる範囲の酸化性ガス又は酸素を混合したシールドガスを供給して溶接する交流パルスマグ溶接方法において、消耗電極を予め設定した一定のワイヤ送給速度で送給するワイヤ送給制御回路WCと、正極性電流を設定する正極性電流設定信号Ipen及び正極性電流通電時間を設定する正極性電流通電時間設定信号Tpから定まる正極性パルス電流とピーク電流を設定するピーク電流設定信号Ip及びピーク電流通電時間を制御するピーク電流幅制御信号Vp及びベース電流を設定するベース電流設定信号Ibから定まる逆極性パルス電流とを繰り返すピーク電流通電周期Dを設定してパルス周波数設定信号FPを出力するパルス周波数設定回路FPと、正極性直流電流通電期間T2と交流パルス電流通電期間T1とを切り換える通電期間切換信号H1を出力する通電期間切換信号発生回路HLと、正極性パルス電流と逆極性パルス電流とをパルス周波数設定信号Fpで設定した周波数で繰り返す交流パルス電流ACPと正極性直流電流設定信号Ienで定まる正極性直流電流DCSとを通電期間切換信号H1によって周期的に切り換える直流電流・交流パルス切換回路SW3とから成るスプレー移行用交流パルスマグ溶接装置である。

【0036】請求項7に記載の溶接装置は、被溶接材と消耗電極とに、直流電流とパルス電流とを周期的に切り換えた溶接電流を通電し、不活性ガスにスプレー移行が維持できる範囲の酸化性ガス又は酸素を混合したシールドガスを供給して溶接する交流パルスマグ溶接方法において、後述する図16に示すように、消耗電極を予め設定した一定のワイヤ送給速度で送給するワイヤ送給制御回路WCと、アーク電圧を設定するアーク電圧設定信号Vsを出力するアーク電圧設定回路VSと、アーク電圧設定信号Vsとアーク電圧検出信号Vdとを入力してその差のアーク電圧制御信号Cm2を出力するアーク電圧比較回路CM2と、ピーク電流通電時間を設定してピーク電流幅設定信号Tpを出力するピーク電流幅設定回路TPと、正極性電流通電時間を設定する正極性電流通電時間設定信号Tpenを出力する正極性電流通電時間設定回路TPENと、正極性電流を設定する正極性電流設定信号Ipenを出力する正極性電流設定回路IPENと、ベース電流を設定するベース電流設定信号Ibを出力するベース電流設定回路IBと、ピーク電流を設定するピーク電流設定信号Ipを出力するピーク電流設定回路IPと、アーク電圧制御信号Cm2に対応して、正極性電流設定信号Ipen及び正極性電流通電時間設定信号Tpenから定まる正極性パルス電流とピーク電流設定信号Ip及びベース電流設定信号Ibから定まる逆極性パルス電流とを繰り返すピーク電流通電周期Dを制御するパルス周波数制御信号Vfを出力するパルス周波数制御回路VFと、正極性直流電流通電期間T2と交流パルス電流通電期間T1とを切り換える通電期間切換信号H1を出力する通電期間切換信号発生回路HLと、正極性パルス電流と逆極性パルス電流とをパルス周波数制御信号Vfで定まる周波数で繰り返す交流パルス電流ACPと正極性直流電流設定信号Ienで定まる正極性直流電流DCSとを通電期間切換信号H1によって周期的に切り換える直流電流・交流パルス切換回路SW3とから成るスプレー移行用交流パルスマグ溶接装置である。

【0038】請求項8に記載の溶接装置は、被溶接材と消耗電極とに、直流電流とパルス電流とを周期的に切り換えた溶接電流を通電し、不活性ガスにスプレー移行が維持できる範囲の酸化性ガス又は酸素を混合したシールドガスを供給して溶接する交流パルスマグ溶接方法において、消耗電極を予め設定した一定のワイヤ送給速度で送給するワイヤ送給制御回路WCと、アーク電圧を設定するアーク電圧設定信号Vsを出力するアーク電圧設定回路VSと、アーク電圧設定信号Vsとアーク電圧検出信号Vdとを入力してその差のアーク電圧制御信号Cm2を出力するアーク電圧比較回路CM2と、アーク電圧制御信号Cm2に対応して、ピーク電流通電時間を制御するピーク電流幅制御信号Vpを出力するピーク電流幅制御回路VPと、正極性電流を設定する正極性電流設定信号Ipenを出力する正極性電流設定回路IPENと、

ベース電流を設定するベース電流設定信号Ibを出力するベース電流設定回路IBと、ピーク電流を設定するピーク電流設定信号Ipを出力するピーク電流設定回路IPと、正極性電流を設定する正極性電流設定信号Ipen及び正極性電流通電時間を設定する正極性電流通電時間設定信号Tpenから定まる正極性パルス電流とピーク電流を設定するピーク電流設定信号Ip及びピーク電流幅制御信号Vpと、ベース電流を設定するベース電流設定信号Ibから定まる逆極性パルス電流と繰り返すピーク電流通電周期を設定してパルス周波数設定信号Fpを出力するパルス周波数設定回路FPと、正極性直流電流通電期間T2と交流パルス電流通電期間T1とを切り換える通電期間切換信号H1を出力する通電期間切換信号発生回路HLと、正極性パルス電流と逆極性パルス電流とをパルス周波数設定信号Fpで設定した周波数で繰り返す交流パルス電流ACPと正極性直流電流設定信号Ienで定まる正極性直流電流とを通電期間切換信号H1によって周期的に切り換える直流電流・交流パルス切換回路SW3とから成るスプレー移行用交流パルスマグ溶接装置である。

#### 【0040】

【発明の実施の形態】以下、図4乃至図10を参照して、本発明の交流パルスマグ溶接方法についての作用を説明する。

【0042】(図4の説明)図4は、本発明の溶接方法において、見かけのアーク長Lr又はLtを変化させたときのアーク3の広がりの変化を示す説明図である。同図において、アーク3は、給電チップ4の給電チップ先端4aから送給される消耗電極1のワイヤ先端1a又は1bと被溶接材2との間に広がっている。

【0044】実際のアーク長L11又はL12は、ワイヤ先端1aと被溶接材2の表面との最短距離である見かけのアーク長Lr又はLtよりも大になる。ワイヤの突き出し長がLnのとき、見かけのアーク長はLrであるが、実際のアーク長は最大L21まで長くなり、次に、ワイヤ突き出し長がLmになると、見かけのアーク長はLtであって、実際のアーク長はL11になる。このように、見かけのアーク長をLrとLtとの間で周期的に変化させることによって、溶融池の大きさを直接的に変化させて溶融池内を攪拌させることができる。なお、図4において、第1の溶接条件設定値と第2の溶接条件設定値とのワイヤ突き出し長の変化値又は見かけのアーク長の変化値LeはLe=Lr-Lt=Lm-Lnとなる。

【0046】(図5の説明)図5(A)乃至(D)は、図4で説明したように見かけのアーク長を変化させて本発明の溶接方法によってブローホールの発生を防止する説明図である。同図(A)及び(B)は、見かけのアーク長がLrのとき、すなわち同図(C)及び(D)の見かけのアーク長Ltよりも大のときの説明図である。

又、同図(A)及び(C)において、符号WLで示す方向が溶接方向であり、同図(B)及び(D)においては、紙面と直角方向が溶接方向WLとなる。同図(A)乃至(D)において、1は消耗電極、1aは消耗電極先端、1dは溶滴、2は被溶接材、2bは溶融池、2eは溶接ビード、3はアーク、5はシールドガスノズル、7が気泡、ZnがZn蒸気である。

【0048】同図(A)及び(B)に示すように、見かけのアーク長Lrが大のときは、被溶接材2及び消耗電極先端の溶融が促進されて溶融池2bが拡大する。この2bには、気泡7が生成して溶融池2b内に広がる。次に、同図(B)及び(C)に示すように、見かけのアーク長Lrが同図(A)及び(B)よりも小になると、被溶接材2の新たな溶融が抑制され、消耗電極1の溶融速度も低下するので新たな気泡7の生成が抑制されると共に、溶融池2bが振動又は攪拌し、気泡7が溶融池表面から亜鉛蒸気Znとして放出される。その結果、同図(C)に示すように、溶融池表面からの亜鉛蒸気Znに続いて溶接方向WLの後端の溶融池2bが凝固して溶融金属となり溶接ビード2eを形成する。この溶接ビード2eは、上述した理由によって、プローホールを含んでいない。

【0050】(図6の説明)図6(A)及び(B)は、本発明の交流パルスマグ溶接方法に適用する正極性パルス電流IPSと逆極性パルス電流IPRとから成る交流パルス電流ACPと正極性直流電流DCSとを切換周期(T1+T2)で切り換えて通電する溶接電流の説明図である。同図(A)及び(B)において、正極性直流電流DCSを溶滴が離脱することができない電流値に設定しておき、交流パルス電流ACPのベース電流値Ib、ピーク電流値Ip、ピーク電流通電時間Tp及びピーク電流通電時間Tpを各ピーク電流に同期してワイヤ先端から溶滴が移行する値に設定する。

【0052】図6(A)は、交流パルス電流ACPと正極性直流電流DCSとを、切換周期T1+T2で切換えて通電する溶接電流である。交流パルス電流ACPは、ピーク電流値Ipでピーク電流通電時間Tpのピーク電流P、P、…Pを、ピーク電流通電時間Dで交流パルス電流通電期間T1だけ繰り返す。正極性直流電流DCSは、電流値Ienの正極性電流通電期間T2だけ通電する。上記の交流パルス通電期間T1及び正極性直流電流通電期間T2は、図6(B)に示すように、切換周期T1+T2、例えば1[Hz]から30[Hz]までの周波数で切換える。このときの交流パルス電流ACPのピーク電流値Ip及びピーク電流通電時間Tpは、いずれも後述する図7で示される範囲内で設定される。

【0054】(図7の説明)図7は、直径1.2[m]の軟鋼ワイヤ(JIS、YGW-12相当)及びアルゴンガス80%と炭酸ガス20%とを混合したシールドガスを用いて、溶接電流平均値150[A]でアーク長を3[mm]にして交流マグアーク溶接をしたとき、図7から得られた1P1D範囲内のピーク電流値Ip=420[A]、ピーク電流通電時間Tp=1.2[m s]としたとき、正極性電流通電時間Tpen[m s](横軸)と正極性電流値Ipen[A](縦軸)との関係において、ピーク電流に同期して溶滴が移行する範囲を示す図である。

長を3[mm]にした交流マグアーク溶接において、正極性電流値Ipenを50[A]とし、正極性期間の通電時間Tpenを2[m s]としたときのピーク電流通電時間Tp[m s](横軸)とピーク電流値Ip[A](縦軸)との関係において、ピーク電流に同期して溶滴が移行する範囲を示した図である。同図において、1パルス1溶滴移行の範囲は、図面内の斜線で示した1P1Dで示す範囲内である。

【0056】図7において、1パルス1溶滴移行の範囲1P1Dよりもピーク電流値Ip又はピーク電流通電時間Tp又はその両者を減少させると、複数のピーク電流の内、1つのピーク電流と溶滴移行とが同期する複数パルス1溶滴移行の状態が発生している。この複数パルス1溶滴移行範囲nP1Dにおいては、スパッタの発生が無いので1パルス1溶滴移行範囲1P1Dと同様に実用範囲である。

【0058】上記に対して、ピーク電流値Ip又はピーク電流通電時間Tp又はその両者を複数パルス1溶滴移行範囲nP1Dよりも減少させると、短絡が発生し始め、ピーク電流値Ipと溶滴移行とが同期しなくなり、短絡によってスパッタが発生する。したがって、この短絡移行範囲DPRは、短絡からアークへ遷移した際に溶融池内に巻き込まれた亜鉛蒸気の爆発を誘引しやすく実用に適さない。

【0060】次に、図7において、ピーク電流値Ip及びピーク電流通電時間Tpを、同図の斜線の1パルス1溶滴移行1P1Dの範囲よりも増加させてアーク長を長くすると、ある時点のピーク電流と次のピーク電流とを繰り返すピーク電流通電時間Dの間に、複数の溶滴が移行する。これらの溶滴移行は、ピーク電流に同期する1パルス複数溶滴移行範囲1PnDとなる。

【0062】この範囲よりもさらに、ピーク電流値Ip及びピーク電流通電時間Tpが大になると、ワイヤ先端の溶融金属が糸状に細くのびて、溶滴移行がピーク電流の通電時間と同期しないストリーミング移行範囲STRとなる。この範囲STRにおいては、ワイヤ突き出し長の変動又はワイヤ送給速度の変動に対してアーク長が即時に追従することができないために、短絡が発生してスパッタが発生する。

【0064】(図8の説明)図8は、直径1.2[m]の軟鋼ワイヤ(JIS、YGW-12相当)及びアルゴンガス80%と炭酸ガス20%とを混合したシールドガスを用いて、溶接電流平均値150[A]でアーク長を3[mm]にして交流マグアーク溶接をしたとき、図7から得られた1P1D範囲内のピーク電流値Ip=420[A]、ピーク電流通電時間Tp=1.2[m s]としたとき、正極性電流通電時間Tpen[m s](横軸)と正極性電流値Ipen[A](縦軸)との関係において、ピーク電流に同期して溶滴が移行する範囲を示す図である。

【0066】同図において、ピーク電流値  $I_p = 420$  [A]、ピーク電流通電時間  $T_p = 1.2$  [ms] としたとき、正極性電流値  $I_{pen}$  [A] が  $200$  [A] 以下で、正極性電流値  $I_{pen}$  [A] が  $10$  [ms] 以下の範囲内が、ピーク電流  $I_p$  に同期して溶滴が移行する。正極性電流値  $I_{pen}$  [A] が  $200$  [A] を越えると、溶滴移行がピーク電流に同期して移行しなくなり正極性電流値  $I_{pen}$  が  $10$  [A] 未満になるとアークが不安定になる。また正極性電流通電時間  $T_{pen}$  が  $10$  [ms] を越えると、アークの発生点（陰極点）がワイヤ先端からはい上がり、給電チップに近づく。この状態で逆極性のピーク電流  $I_p$  に切り換え、溶滴を離脱させると、アークが給電チップにさらに近づき、バーンバック（アークの燃え上がりによって給電チップが溶着する現象）が発生しやすくなる。正極性電流通電時間  $T_{pen}$  が  $0.5$  [ms] 未満になると、ワイヤ先端の発熱量を減少させることができなくなり被溶接材に加わる入熱を少なくする効果が得られなくなる。

【0068】(図9の説明) 図9は、切換周波数  $F$  が  $0.5$  乃至  $30$  [Hz] の範囲でワイヤ送給速度とワイヤ溶融速度とがバランスして、溶滴移行を伴わないでアークが安定する範囲を示した正極性直流電流適正範囲図である。同図において、縦軸は正極性直流電流値  $I_{en}$  を示し、横軸は切換周波数  $F$  を示し、同図の適正範囲を算出した溶接条件は、図6 (A) に示す溶接電流波形の交流パルスACPにおいてピーク電流値  $I_p = 420$  [A]、ピーク電流通電時間  $T_p = 1.2$  [ms]、ベース電流値  $I_b = 30$  [A]、ピーク電流通電周期  $D$  は約  $100$  [Hz]、正極性電流値  $I_{pen} = 50$  [A]、正極性電流通電時間  $T_{pen} = 2.0$  [ms] である。次に、同図の適正範囲を定めた理由は次の通りである。

(1) 切換周波数  $F$  が  $0.5$  乃至  $20$  [Hz] のときは、 $F = 0.5$  [Hz] で正極性直流電流値  $I_{en} = 50$  [A] の点Aと、 $F = 10$  [Hz] で正極性直流電流値  $I_{en} = 100$  [A] の点Bと、 $F = 20$  [Hz] で正極性直流電流値  $I_{en} = 200$  [A] の点Cとを結んだ線よりも上方になると、正極性直流電流通電期間  $T_2$  の期間で肥大した溶融球が自重によって落下したり、ワイヤから離脱しないまま被溶接材短絡して良好な溶接結果が得られない。

(2) 切換周波数  $F$  が  $20$  乃至  $30$  [Hz] のときは、正極性直流電流値  $I_{en}$  が  $200$  [A] を越えると正極性直流電流通電期間  $T_2$  の間にアークがワイヤ先端から上方にはい上がり、給電チップまで達するとバーンバックが生じる。このバーンバックは、正極性直流電流値  $I_{en}$  が大になるほど生じやすく、又切換周波数  $F$  が小さくなるほど生じやすくなる。

(3) 切換周波数  $F$  が  $30$  [Hz] を越えると、後述する図13に示すように、プローホール数  $BN$  [個/m] が増大する。

(4) 正極性直流電流値  $I_{en}$  が  $10$  [A] 未満になると、正極性直流電流通電期間  $T_2$  の間にアークを安定に維持することができなくなる。

【0070】(図10の説明) 図10 (A) 及び (B) は、それぞれ本発明の溶接方法の溶接電流波形を示す図及び溶滴移行の時間的経過を示す図である。図10 (A) は図6 (A) と同じ関係図であって、交流パルス電流通電期間  $T_1$  のピーク電流値  $I_p$ 、ピーク電流通電時間  $T_p$ 、正極性電流値  $I_{pen}$ 、正極性電流通電時間  $T_{pen}$  及びピーク電流通電周期  $D$  及び正極性直流電流値  $I_{en}$  及び正極性直流電流通電期間  $T_2$  を示す。図10 (B) は、交流パルス電流ACP及び正極性直流電流DCSの時間経過の各位置  $t_1$  乃至  $t_{10}$  と消耗電極の先端から被溶接材に移行する溶滴移行状態との関係を示す。

【0072】同図 (A) 及び (B) の  $t_1$  点から  $t_5$  点までに対応して、消耗電極の先端が溶融し溶融球が形成され、溶滴が電極から離脱して被溶接材に移行することによって、交流パルス電流通電期間  $T_1$  の各ピーク電流ごとに溶滴移行が行われる。次に、正極性直流電流通電期間  $T_2$  は、ワイヤ送給速度とワイヤ溶融量とがバランスするが溶滴が移行しない電流値であるので、ワイヤ先端の溶融球は  $t_6$  乃至  $t_8$  に示すように、時間の経過と共に大きく成長し、ワイヤ先端から被溶接材との間の見かけのアーク長に相当する距離は、交流パルス電流通電期間  $T_1$  の見かけのアーク長よりも短くなる。

【0074】さらに、正極性直流電流通電期間  $T_2$  から交流パルス電流通電期間  $T_1$  に切り換わると、時間  $t_9$  で示したように、正極性直流電流通電期間  $T_2$  に成長した溶融球は、ピーク電流  $P$  で発生した電磁ビンチ力によってワイヤ先端上方の溶融球の付け根である非溶融ワイヤ部との境界でくびれを発生し、ワイヤ先端から離脱して時間  $t_{10}$  に示すように溶滴が移行する。この作用は、前述した図8に示すように、溶滴移行前の溶融球の大きさとは無関係であって、ワイヤ径とワイヤ材質によって、ピーク電流に同期した溶滴移行を形成するピーク電流値  $I_p$  とピーク電流通電時間  $T_p$  とから定まる。

【0076】したがって、本発明の溶接方法において、正極性直流電流通電期間  $T_2$  は、溶滴移行をさせないで、短いアーク長のアーク入熱によって被溶接材を溶融し、アーク長が長くなる交流パルス電流通電期間  $T_1$  は、正極性電流  $I_{pen}$  によって形成される溶滴の保有熱量を少なくして溶滴移行をさせ、被溶接材へ投入される入熱を低くしながら周期的にアーク長及びワイヤ溶着量を切換える。

【0078】

【実施例】(実施例1…図11の説明) 図11は、前述した図7 (A) に示す交流パルス電流波形を通電して、溶融池振幅  $PW$  [mm] (横軸) と溶接長  $50$  [mm] の間に発生したプローホール数  $BN$  [個/mm] (縦

軸)との関係を示す図である。同図において、溶融池振幅PWは0.5 [mm]以下になると、プローホール数が急激に増加しているので、溶融池振幅PWは0.5 [mm]以上であることが必要である。この図11の関係を測定したときの溶接条件は直径1.2 [mm]の軟鋼ワイヤ (JIS規格、YGW-12相当)を使用し、アルゴンガス80%と炭酸ガス20%とを混合したガスをシールドガス中で、本発明の溶接方法によって溶接している。

【0080】このとき、図6 (A)に示す溶接電流波形ピーク電流値 $I_p = 420$  [A]、ピーク電流通電時間 $T_p = 1.2$  [ms]、ベース電流値 $I_p = 30$  [A]、ピーク電流通電周期Dは約100 [Hz]、正極性電流のピーク電流値 $I_{pen} = 50$  [A]、正極性電流通電時間 $T_{pen} = 2.0$  [ms]の交流パルス電流ACPと正極性直流電流の電流値 $I_{pen} = 50$  [A]の正極性直流電流DCSを切換周波数5 [Hz]で周期的に切り換えており、溶接電流の平均値 $I_a$ は120 [A]である。又、この溶接電流を通電したときの交流パルス電流値 $V_{ac}$ は20.5 [V]で正極性直流電圧値 $V_{dc}$ は15.0 [V]であり、見かけのアーク長変化値 $L_e$ は2 [mm]である。

【0082】(実施例2…図12の説明)図12は、図6 (A)に示す波形の溶接電流を通電して、切換周波数F [Hz] (横軸)と溶融池振幅PW [mm] (縦軸)との関係を示す図である。図11で示したように、プローホール数BN [個/mm]が小となる0.5 [mm]以上の溶融池振幅PWを得るために、同図に示すように、切換周波数Fが30 [Hz]以下であることが必要である。

【0084】(実施例3…図13の説明)図13は、図11と同一溶接条件で溶接したときの切換周波数F [Hz] (横軸)と溶接長50 [mm]の間に発生したプローホール数BN [個/mm] (縦軸)との関係を示す図である。同図に示すように、切換周波数0.5 [Hz]未満及び30 [Hz]を超えると、プローホール数が急激に増加するので、切換周波数Fが0.5乃至30 [Hz]であることが必要である。

【0086】この切換周波数が0.5 [Hz]未満になると溶融池を振動させることができなくなり、逆に切換周波数Fが30 [Hz]を超えると、消耗電極先端における突き出し長の溶融長さの変化が、切換周波数Fに追従できなくなる。

【0088】(実施例4…図14の説明)図14は、板厚1.6 [mm]の亜鉛メッキ鋼板 (亜鉛目付量: 45 g/m<sup>2</sup>)の重ね継手溶接において、直径1.2 [mm]の軟鋼ワイヤ (JIS規格、YGW-12相当)を使用し、アルゴンガス80%と炭酸ガス20%とを混合したガスをシールドガス中で、溶接したとき、溶接長50 [mm]の間に発生したプローホール数BN [個/5

0mm] (縦軸)と見かけのアーク長の変化値 $L_e$  [mm] (横軸)との関係を示す。このときの溶接電流の平均値 $I_a$ は120 [A]で、アーク電圧の平均値 $V_a$ は18 [V]で、切換周波数Fは0.5乃至3 [Hz]である。

【0090】同図から、見かけのアーク長の変化値 $L_e$ が5 [mm]を超えると、プローホール数が急激に増加する。その理由は、市販の溶接用ガスシールドノズルを用いた場合、短絡が生じないように、見かけのアーク長を短い3 [mm]に設定したとき、見かけのアーク長の変化値 $L_e$ が5 [mm]を超えるとアーク長が8 [mm]を超える。このとき、アークが発生している消耗電極先端1aがガスシールドノズルの付近まで達するために、シールドガス雰囲気を乱すことになり、プローホールが発生する。したがって、見かけのアーク長の変化値 $L_e$ は5 [mm]以下にすることが適正である。

【0092】(実施例4…図15の説明)図15は、溶融池の振幅が0.5 [mm]以上得られる切換周波数F [Hz] (横軸)と見かけのアーク長の変化値 $L_e$  [mm] (縦軸)との関係を示す。

【0094】同図において、切換周波数F = 0.5 [Hz]のときは見かけのアーク長の変化値 $L_e = 0.5$  [mm]以上が必要であり、F = 10 [Hz]のとき $L_e = 1$  [mm]以上が必要であり、F = 30 [Hz]のとき $L_e = 2$  [mm]以上が必要である。すなわち、0.5 [mm]以上の溶融池振幅PWを得るために、曲線よりも上方の範囲内であることが必要である。したがって、見かけのアーク長の変化値 $L_e$ は少なくとも0.5 [mm]以上が必要であり、又、前述した図14から $L_e = 5$  [mm]以下であることが必要であるので、本発明のアーク溶接方法においては、切換周波数が0.5乃至30 [Hz]であって、この切換周波数の増大に対応させて、見かけのアーク長の変化値 $L_e$ を少なくとも0.5乃至3 [mm]以上とし、かつ5 [mm]以下の値とすることが必要である。

【0098】本発明の交流パルスマグ溶接方法は、被溶接材が、亜鉛メッキ鋼板、防錆材表面処理鋼板等の表面処理金属材又は表面に油、錆、粉塵、マーキング等の不純物が付着した不純物付着金属材の場合に、見かけのアーク長を変化させて、溶融池を攪拌することによって気泡を大気に放出させて、プローホールの発生を防止する効果が大である。

【0100】さらに、本発明の交流パルスマグ溶接方法は、被溶接材が亜鉛メッキ鋼板である場合に、見かけのアーク長を変化させて、溶融池を攪拌することによって気泡を大気に放出させて、プローホールの発生を防止するとともに、酸化性ガス又は酸素の熱分解によって発生した酸素と亜鉛との酸化亜鉛を形成して亜鉛の昇華を抑制して亜鉛メッキの防錆作用の低下を小にする効果が大である。

【0102】(装置の実施例1…図16の説明)図16は、図6に示す本発明の溶接方法を実施する溶接装置の実施例のブロック図であって、アーク電圧を入力してパルス周波数を制御するパルス周波数制御方式の溶接装置の実施例のブロック図である。図16において、商用電源ACを入力として、溶接出力制御回路PS1及び極性切換回路PS2から消耗電極1の給電チップ4と被溶接材2との間に出力を供給してアークを発生させる。消耗電極1は、ワイヤ送給モータWMにより回転するワイヤ送給ローラWRによって供給される。ワイヤ送給制御回路WCは、溶接電流設定信号Imとワイヤ送給モータWMの回転速度を検出するワイヤ送給速度検出回路WDの送給速度検出信号Wdとを比較するワイヤ送給速度比較回路CM1のワイヤ送給速度制御信号Cm1を入力として、ワイヤ送給モータWMにワイヤ送給制御信号Wcを出力する。

【0104】アーク電圧設定回路VSは、アーク電圧を設定する回路であって、アーク電圧設定信号Vsを出力する。アーク電圧比較回路Cm2はアーク電圧設定信号Vsとアーク電圧検出回路VDのアーク電圧検出信号Vdとを入力してその差のアーク電圧制御信号Cm2を出力する。通電期間切換周波数回路FTは、正極性直流電流通電期間T2と交流パルス電流通電期間T1とを切換える通電期間切換信号H1の切換周波数を設定する回路であって、通電期間切換周波数信号Ftを出力する。通電比率設定回路DTは、正極性直流電流通電期間T2と交流パルス電流通電期間T1との比率を設定する回路であって、通電比率設定信号Dtを出力する。通電期間切換信号発生回路HLは、通電期間切換周波数信号Ftと通電比率設定信号Dtとを入力して、正極性直流電流通電期間T2と交流パルス電流通電期間T1とを周期的に切り換えるための通電期間切換信号H1を出力する。

【0106】パルス周波数発生回路VFは、アーク電圧制御信号Cm2に対応して、パルス周波数制御信号Vfを出力する。ピーク電流幅周波数信号発生回路DF1は、ピーク電流幅設定信号Tpとパルス周波数制御信号Vfとからなるピーク電流幅周波数信号Df1を出力する。正極性電流通電時間設定回路TPENは、正極性電流通電時間を設定する正極性電流通電時間設定信号Tpenを出力する。正極性電流通電制御信号発生回路DF2は、正極性電流通電時間設定信号Tpenとピーク電流幅周波数制御信号Df1とからなる正極性電流通電制御信号Df2を出力する。

【0108】正極性電流設定回路IPENは、正極性電流を設定する正極性電流設定信号Ipenを出力する。ベース電流設定回路IBは、ベース電流を設定するベース電流設定信号Ibを出力する。正極性ピーク・ベース切換回路SW1は、正極性電流設定信号Ipenとベース電流設定信号Ibとを正極性電流通電制御信号Df2によって切り換えて正極性ピーク・ベース切換信号Sw1を出

力する。ピーク電流設定回路IPは、ピーク電流を設定するピーク電流設定信号Ipを出力する。

【0110】正逆極性ピーク切換回路SW2は、逆極性のピーク電流設定信号Ipと正極性ピーク・ベース切換信号Sw1とをピーク電流幅周波数制御信号Df1によって切り換えて正逆極性ピーク切換信号Sw2を出力する。極性判別制御回路PJは、正極性電流通電制御信号Df2を入力して、溶接電流の極性を切り換える極性制御信号Pjを極性切換回路PS2に出力する。

【0112】直流電流・交流パルス切換回路SW3は正極性直流電流通電期間T2に正極性直流電流設定信号Ienを入力して直流電流制御信号Pf1を出力し、次に交流パルス電流通電期間T1に正逆極性ピーク切換信号Sw2を入力して交流パルス制御信号Pf2を溶接出力制御回路PS1に出力する。

【0114】(装置の実施例2…図17の説明)図17は、図6に示す本発明の溶接方法を実施する溶接装置の実施例のブロック図であって、アーク電圧を入力してピーク電流幅を制御するピーク電流幅制御方式の溶接装置の実施例のブロック図である。

【0116】図17において、図16のブロック図と同一機能の回路及び信号は、図16と同一の符号を付して説明を省略する。図16の実施例では、パルス周波数制御回路VFが、アーク電圧制御信号Cm2を入力して、パルス周波数制御信号Vfを出力し、ピーク電流幅周波数信号発生回路DF1が、ピーク電流幅設定信号Tpとパルス周波数制御信号Vfとからなるピーク電流幅周波数制御信号Df1を出力したが、図17のブロック図では、ピーク電流幅制御回路VPがアーク電圧制御信号Cm2を入力して、ピーク電流幅を制御するピーク電流幅制御信号Vpを出力し、ピーク電流幅周波数信号発生回路DF1が、ピーク電流幅制御信号Vpとパルス周波数を設定する信号を出力するパルス周波数設定信号Fpとからなるピーク電流幅周波数制御信号Df1を出力している。

#### 【0118】

【発明の効果】本発明の交流パルスマグ溶接方法は、次の効果を有する。

(1) 短絡移行をさせないで、不活性ガスにスプレー移行が維持できる範囲の酸化性ガス又は酸素を混合したシールドガスを供給し、溶接電流を小にしてもアークの安定性を維持することができるパルスマグ溶接することによって、スパッタの発生を防止する。

(2) ワイヤ先端の発熱量が逆極性期間よりも小となる正極性期間を有する交流パルス電流を使用して、被溶接材に加わる入熱を少なくすることによって、板厚が薄い被溶接物であっても溶け落ちが生じないようにし、さらに、溶融池の過度な温度上昇を防止する。

(3) 溶滴の移行回数を小にしてアーク長を小にする期間と溶滴の移行回数を大にしてアーク長を大にする期間とを周期的に変化させアーク長を大きく変化させて溶融

池を攪拌することによって、プローホールの原因となる気泡を溶融池から外部へ積極的に放出させる。

【0120】請求項4の交流パルスマグ溶接方法は、本発明の交流パルスマグ溶接方法の効果に加えてさらに次の効果を有する。

(1) 溶滴の移行回数を小にしてアーク長を小にする期間と溶滴の移行回数を大にしてアーク長を大にする期間とを周期的に変化させることによって、亜鉛蒸気を溶融池から外部へ積極的に放出させる。

(2) ワイヤ先端の発熱量が逆極性期間よりも小となる正極性期間を有する交流パルス電流を使用することによって、溶融池の過度な温度上昇及び溶接継手近傍の亜鉛の蒸発範囲拡大を防止する。

(3) 不活性ガスにスプレー移行が維持できる範囲の酸化性ガス又は酸素を混合したシールドガスを供給して見かけのアーク長を変化させて、溶融池を攪拌することによって気泡を大気に放出させて、プローホールの発生を防止するとともに、酸化性ガス又は酸素の熱分解によって発生した酸素と亜鉛との酸化亜鉛を形成して亜鉛の昇華を抑制して亜鉛メッキ鋼板の防錆作用の喪失を小にする。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、従来の交流パルスマグアーク溶接方法により溶融部にプローホールが発生した状態を示す図である。

【図2】図2は、従来の交流パルスマグアーク溶接方法により溶融部が爆発現象を起こしたときの状態を示す図である。

【図3】図3は、本発明者等が出願した従来技術（特開平4-33368）の第1パルス電流群と第2パルス電流群とを周期的に切り換えたパルスマグアーク溶接方法を実施する溶接電流波形を示す図である。

【図4】図4は、本発明の溶接方法において、アーク長を変化させたときのアークの広がりの変化を示す説明図である。

【図5】図5（A）乃至（D）は、見かけのアーク長を変化させて本発明の溶接方法によってプローホールの発生を防止する説明図である。

【図6】図6（A）及び（B）は、本発明の交流パルスマグ溶接方法に適用する正極性パルス電流IPSと逆極性パルス電流IPRとから成る交流パルス電流ACPと正極性直流電流DCSとを、切換周期（T1+T2）で切り換えて通電する溶接電流の説明図である。

【図7】図7は、直径1.2 [mm] のアルミニウム合金ワイヤを使用して、正極性直流電流DCSと交流パルス電流ACPとを周期的に切り換えてマグ溶接したとき、ピーク電流通電時間Tpとピーク電流値Ipとの関係に対する溶滴移行形態を示す説明図である。

【図8】図8は、正極性直流電流DCSと交流パルス電流ACPとを周期的に切り換えてマグ溶接したときの正

極性電流通電時間Tp [ms]（横軸）と正極性電流値Ip [A]（縦軸）との関係において、ピーク電流に同期して溶滴が移行する範囲を示す図である。

【図9】図9は、切換周波数Fが0.5乃至30 [Hz] の範囲でワイヤ送給速度とワイヤ溶融速度とがバランスして、溶滴移行を伴わないでアークが安定する範囲を示した正極性直流電流適正範囲図である。

【図10】図10（A）及び（B）は、それぞれ本発明の溶接方法の溶接電流波形を示す図及び溶滴移行の時間的経過を示す図である。

【図11】図11は、前述した図7（A）に示す交流パルス電流波形を通電して、溶融池振幅PW [mm]（横軸）と溶接長50 [mm] の間に発生したプローホール数BN [個/mm]（縦軸）との関係を示す図である。

【図12】図12は、図6（A）に示す波形の溶接電流を通電して、切換周波数F [Hz]（横軸）と溶融池振幅PW [mm]（縦軸）との関係を示す図である。

【図13】図13は、図11と同一溶接条件で溶接したときの切換周波数F [Hz]（横軸）と溶接長50 [mm] の間に発生したプローホール数BN [個/mm]（縦軸）との関係を示す図である。

【図14】図14は、アルゴンガス80%と炭酸ガス20%とを混合したガスをシールドガス中で、溶接したとき、溶接長50 [mm] の間に発生したプローホール数BN [個/50mm]（縦軸）と見かけのアーク長の変化値Le [mm]（横軸）との関係を示す図である。

【図15】図15は、溶融池の振幅が0.5 [mm] 以上得られる切換周波数F [Hz]（横軸）と見かけのアーク長の変化値Le [mm]（縦軸）との関係を示す図である。

【図16】図16は、図6に示す本発明の溶接方法を実施する溶接装置の実施例のブロック図であって、アーク電圧を入力してパルス周波数を制御するパルス周波数制御方式の溶接装置の実施例のブロック図である。

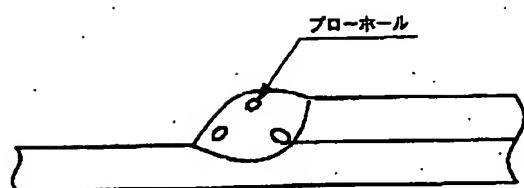
【図17】図17は、図6に示す本発明の溶接方法を実施する溶接装置の実施例のブロック図であって、アーク電圧を入力してピーク電流幅を制御するピーク電流幅制御方式の溶接装置の実施例のブロック図である。

#### 【符号の説明】

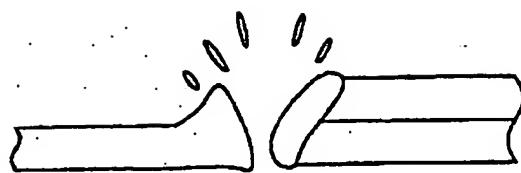
- 1 消耗電極
- 1 a (第1の) 消耗電極先端
- 1 b (第2の) 消耗電極先端
- 1 d 溶滴
- 2 被溶接材
- 2 b 溶融池
- 2 e 溶接ビード
- 3 アーク
- 4 a 給電チップ先端
- 5 シールドガスノズル
- 7 気泡

Z n	Z n蒸気	L n	(第2の) ワイヤ突き出し長
AC	商用電源	L r	(第1の) 最短距離のアーク長
ACP	交流パルス電流	L t	(第2の) 最短距離のアーク長
CM1	ワイヤ送給速度比較回路	P	ピーク電流
Cm1	ワイヤ送給速度制御信号	PC1	第1パルス電流群
CM2	アーク電圧比較回路	PC2	第2パルス電流群
Cm2	アーク電圧制御信号	Pf1	直流電流制御信号
D	ピーク電流通電周期	Pf2	交流パルス制御信号
D 1	第1パルス電流群のピーク電流通電周期	P J	極性判別制御回路
D 2	第2パルス電流群のピーク電流通電周期	P j	極性制御信号
DCS	正極性直流電流	PS1	溶接出力制御回路
DF1	ピーク電流幅周波数信号発生回路	PS2	極性切換回路
Df1	ピーク電流幅周波数制御信号	SW1	正極性ピーク・ベース切換回路
DF2	正極性電流通電制御信号発生回路	Sw1	正極性ピーク・ベース切換信号
Df2	正極性電流通電制御信号	SW2	正逆極性ピーク切換回路
DT	通電比率設定回路	Sw2	正逆極性ピーク切換信号
D t	通電比率設定信号	SW3	直流電流・交流パルス切換回路
FT	通電期間切換周波数回路	T 1	交流パルス電流通電期間
F t	通電期間切換周波数信号	T 2	正極性直流電流通電期間
FP	パルス周波数設定回路	TPEN	正極性電流通電時間設定回路
F p	パルス周波数設定信号	Tpen	正極性電流通電時間／正極性電流通電時間設定信号
HL	通電期間切換信号発生回路	TP	ピーク電流幅設定回路
H 1	通電期間切換信号	T p	ピーク電流通電時間／ピーク電流幅設定信号
I B	ベース電流設定回路	T p1	第1パルス電流群のピーク電流通電時間／ピーク電流幅設定信号
I b	ベース電流値／ベース電流設定信号	T p2	第2パルス電流群のピーク電流通電時間／ピーク電流幅設定信号
I b1	第1パルス電流群のベース電流値／ベース電流設定信号	VP	ピーク電流幅制御回路
I b2	第2パルス電流群のベース電流値／ベース電流設定信号	V p	ピーク電流幅制御信号
I PEN	正極性電流設定回路	VD	アーク電圧検出回路
I pen	正極性電流値／正極性電流設定信号	V d	アーク電圧検出信号
I en	正極性直流電流値／正極性直流電流設定信号	VF	パルス周波数制御回路
I m	溶接電流設定信号	V f	パルス周波数制御信号
I P	ピーク電流設定回路	VS	アーク電圧設定回路
I p	(逆極性の) ピーク電流値／(逆極性の) ピーク電流設定信号	V s	アーク電圧設定信号
I p1	(逆極性の) 第1パルス電流群のピーク電流値／(逆極性の) ピーク電流設定信号	WC	ワイヤ送給制御回路
I p2	(逆極性の) 第2パルス電流群のピーク電流値／(逆極性の) ピーク電流設定信号	W c	ワイヤ送給制御信号
I PR	逆極性パルス電流	WD	ワイヤ送給速度検出回路
I PS	正極性パルス電流	W d	送給速度検出信号
L m	(第1の) ワイヤ突き出し長	WM	ワイヤ送給モータ
		WR	送給ローラ

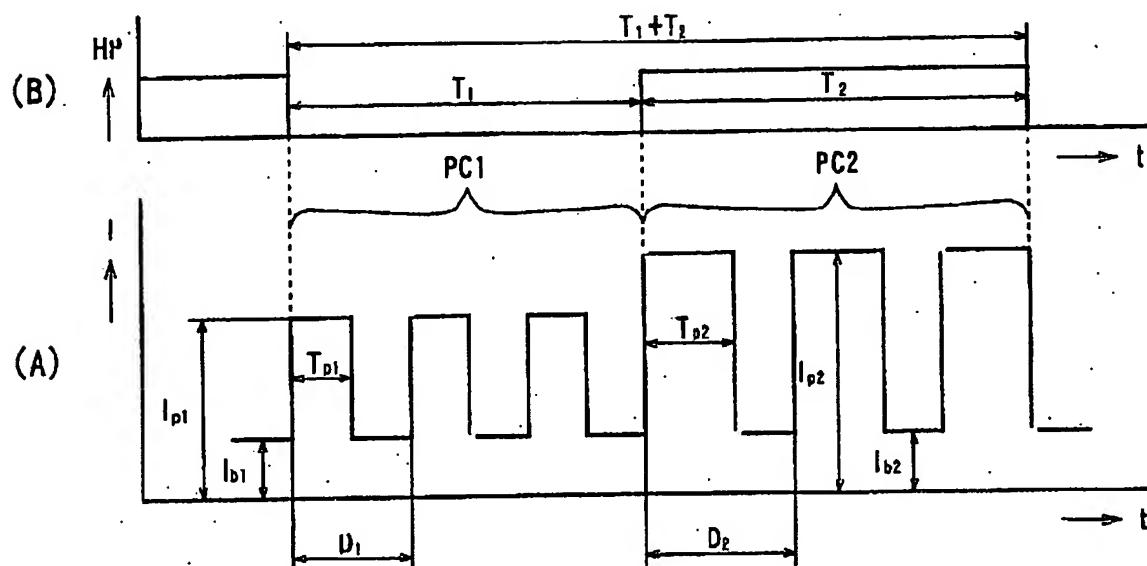
【図1】



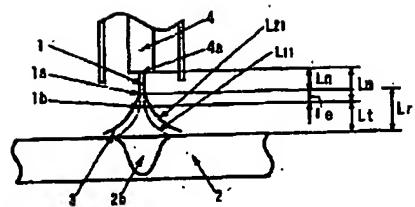
【図2】



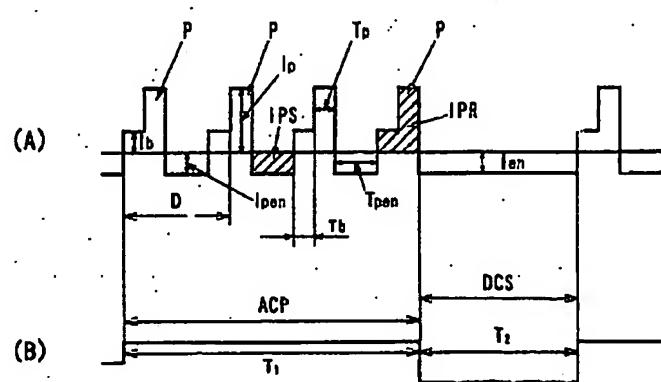
【図3】



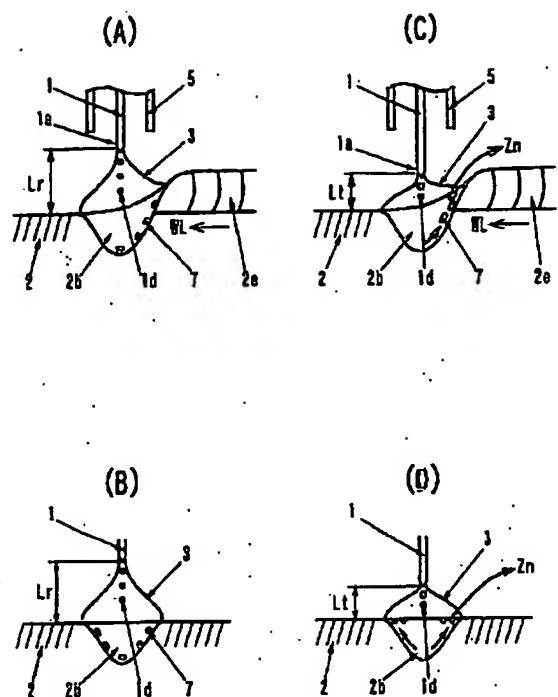
【図4】



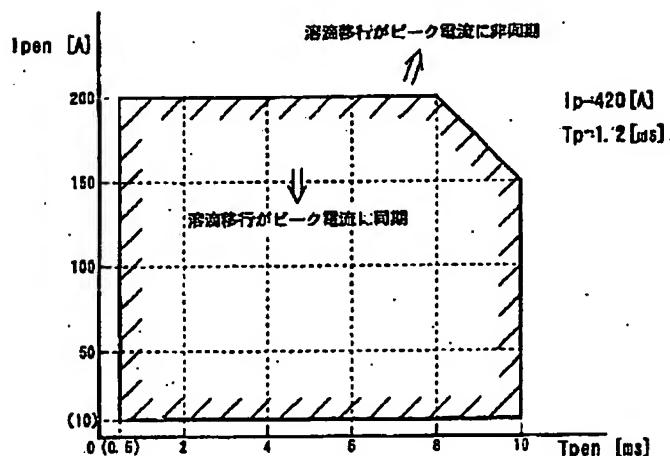
【図6】



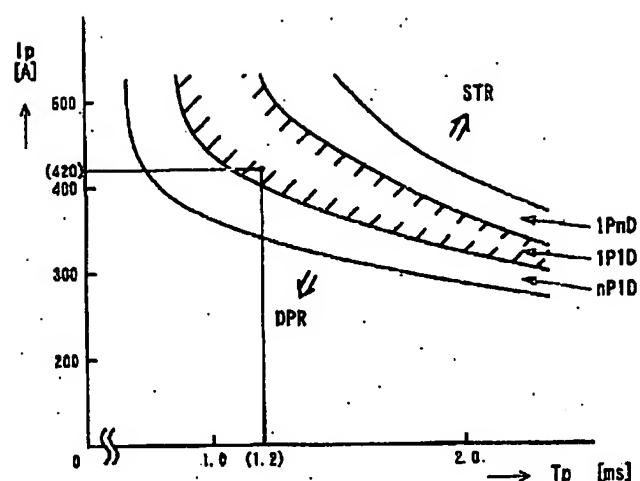
【図5】



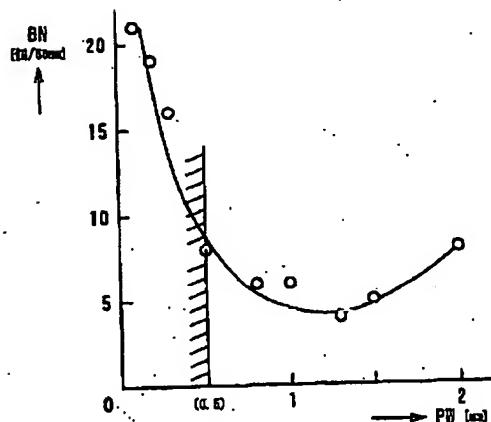
【図8】



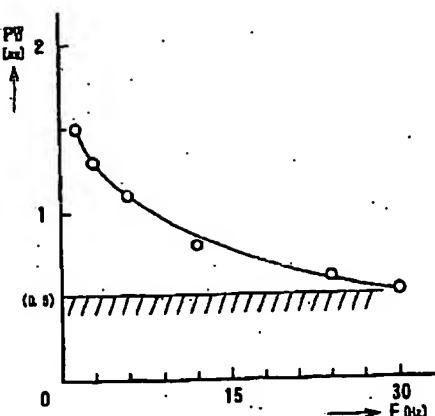
【図7】



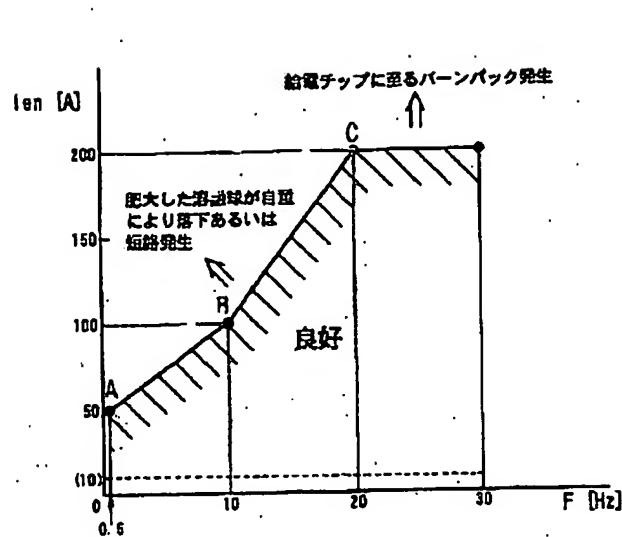
【図11】



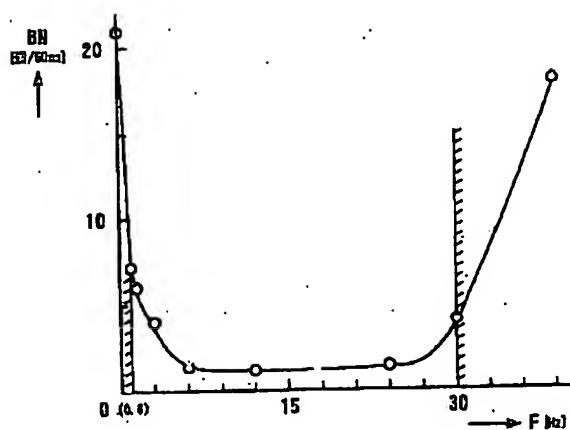
【図12】



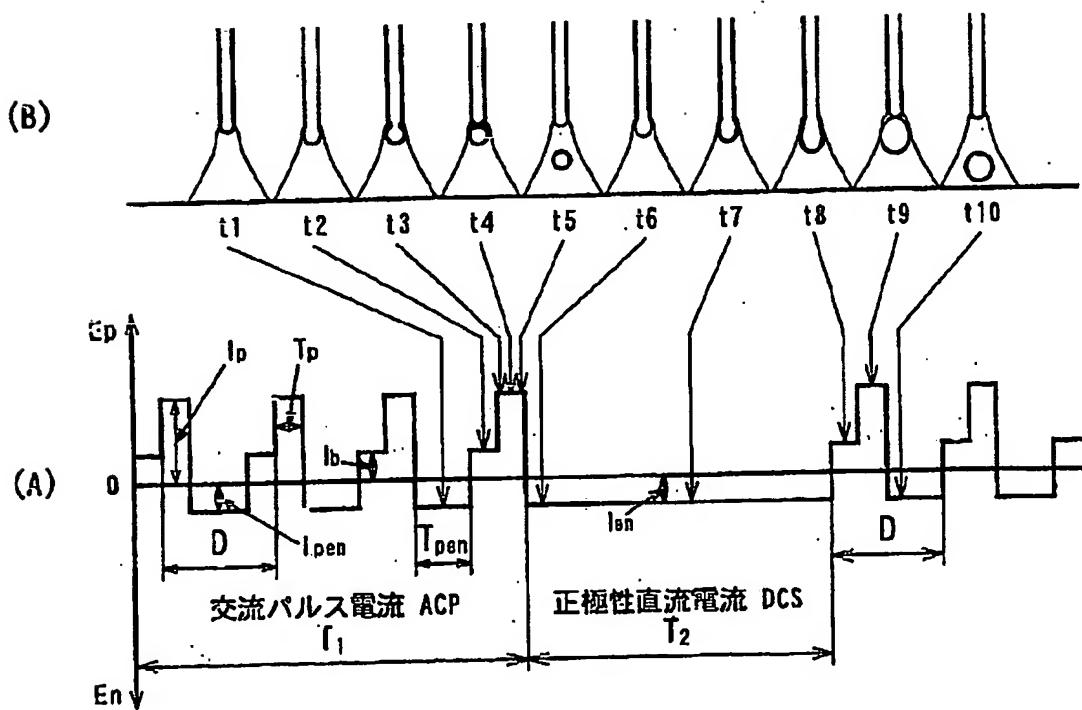
【図9】



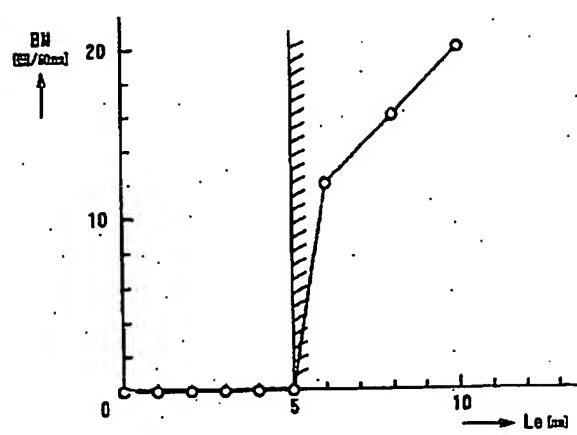
【図13】



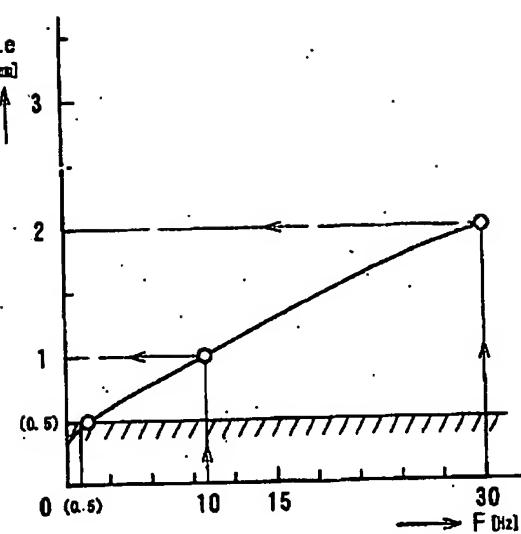
【図10】



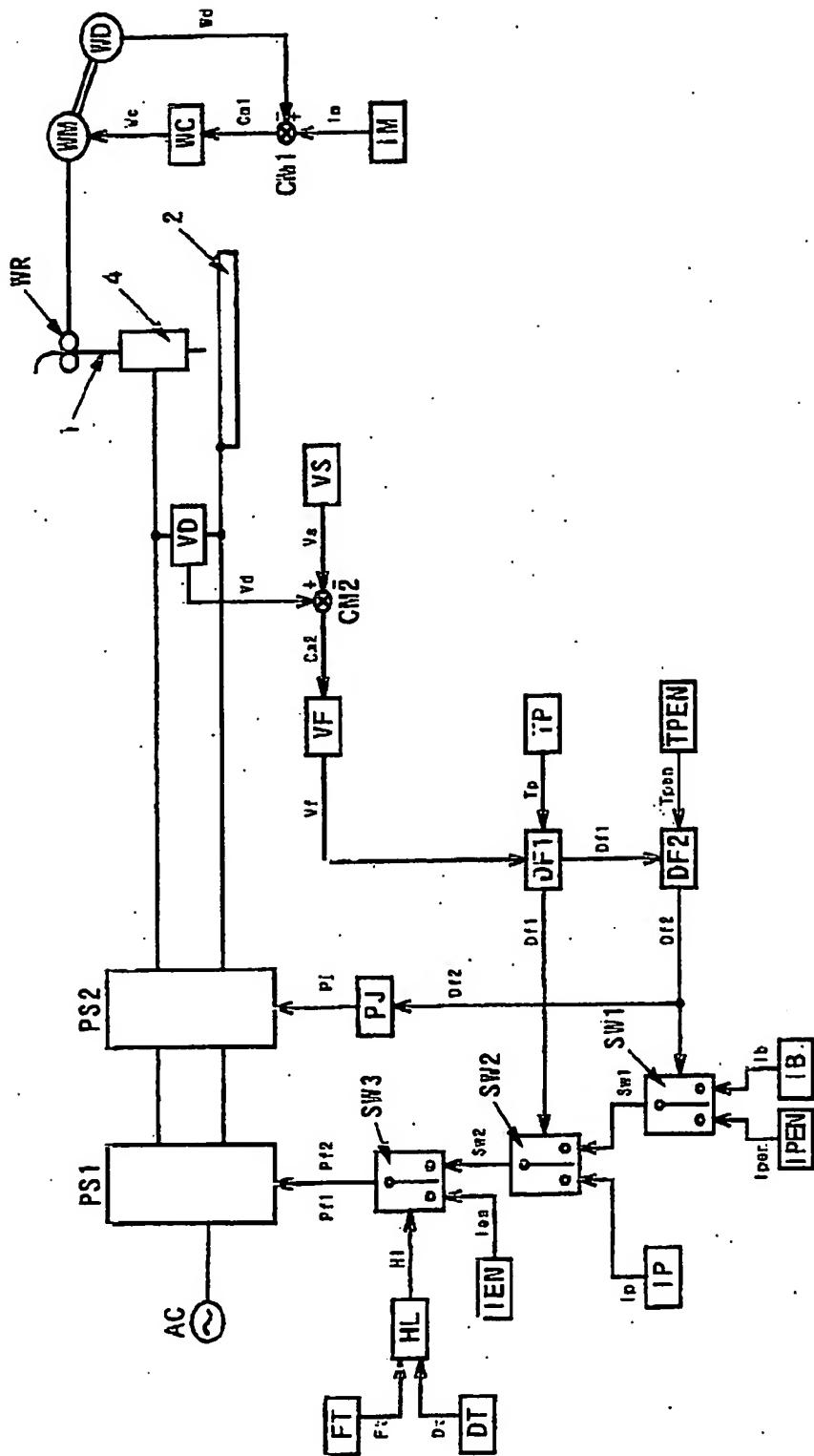
【図14】



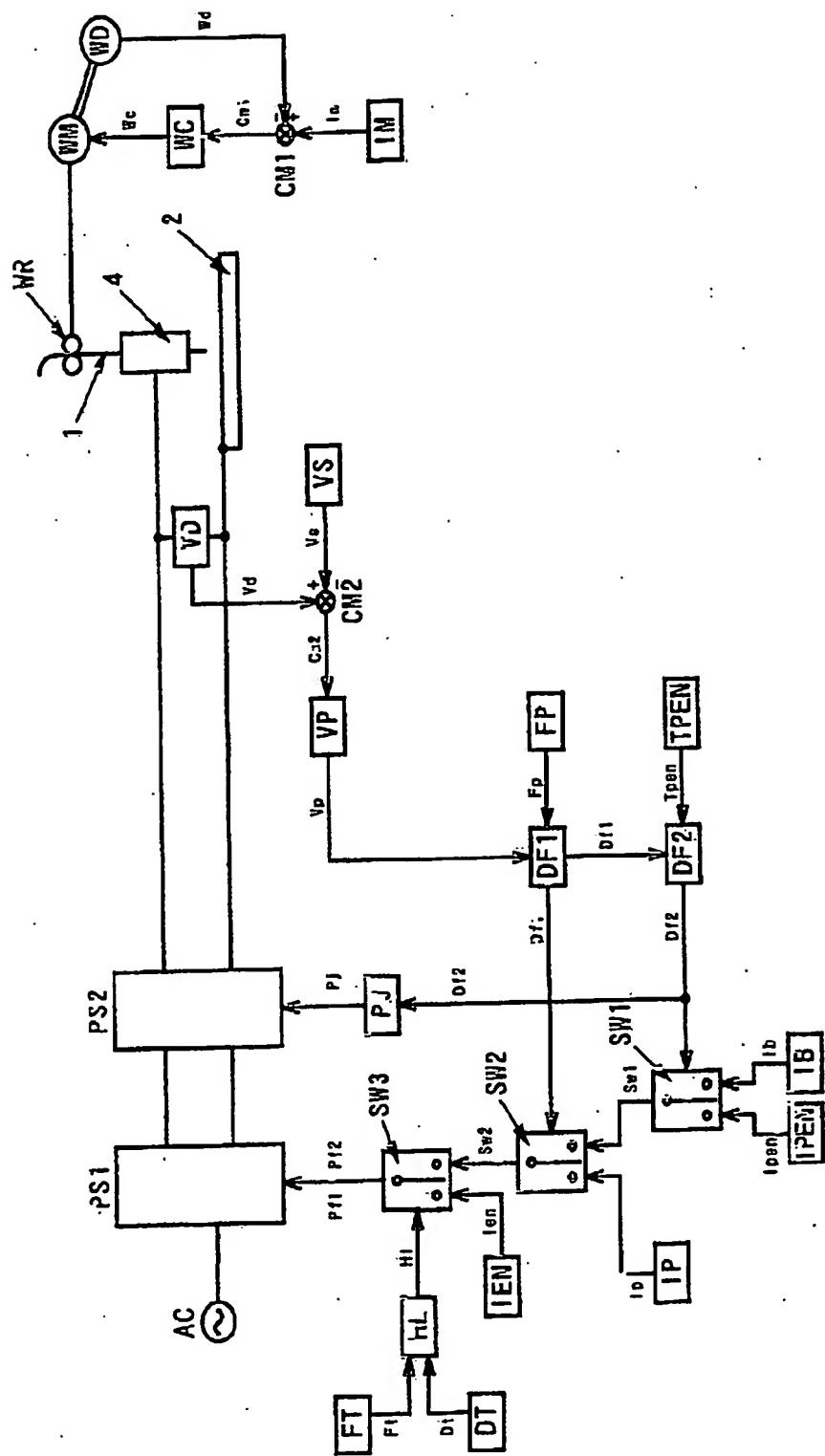
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(19)

特開平11-138265

H 0 2 M 9/00

H 0 2 M 9/00

B